

# Φοιτητές και Φοιτήτριες εκπαιδευόμενοι στη Διδακτική της Φυσικής, σχεδιάζουν Φύλλα Εργασίας, ακολουθώντας το πρότυπο της συνεχούς διερεύνησης

## Περίληψη

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να βοηθήσει τους προπτυχιακούς φοιτητές στο σχεδιασμό πειραματικών δραστηριοτήτων, που βασίζονται στη διερεύνηση. Οι φοιτητές εισάγονται σταδιακά στη διερεύνηση, ως μια στρατηγική που μπορεί να εφαρμοστεί σε πειραματική διδασκαλία και στη συνέχεια είναι σε θέση να σχεδιάσουν φύλλα εργασίας με βάση τις αρχές του «συνεχούς της διερεύνησης». Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται το περίγραμμα του μαθήματος που αναπτύχθηκε και τα πρώτα αποτελέσματα εφαρμογής του.

## Abstract

The aim of this paper is to help undergraduate students in designing inquiry-based experimental activities. The students are gradually introduced to inquiry, as a strategy that can be applied in experimental teaching and then are able to design worksheets based on the design principles of “inquiry continuum”. In this work the course outline and first results are presented.

## 1. Εισαγωγή

Στόχος των διαφόρων μορφών επιμορφωτικών παρεμβάσεων στην εκπαίδευση, είναι ο κατά το δυνατόν εμπλουτισμός και η διεύρυνση της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (ΠΓΠ), ώστε να ενισχυθεί η δυνατότητα των διδακτικών παρεμβάσεων των επιμορφούμενων εκπαιδευτικών αλλά και του αναστοχασμού τους (Kariotoglou et al., 2014). Η ΠΓΠ ως επαγγελματική γνώση περιλαμβάνει στοιχεία που προτείνεται να βιώνονται παρά να διδάσκονται (Beijaard et al., 1996; Veal et al., 1999) άρα περισσότερο απευθύνονται σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, εν τούτοις ο ρόλος της εισαγωγής τέτοιων στοιχείων και στην βασική εκπαίδευση (pre-service teachers) είναι πολύ σημαντικός. Με την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία οι Mishra & Koehler με μια σειρά άρθρων (Mishra et al, 2006; Koehler et al, 2009), επέκτειναν το πλαίσιο της ΠΓΠ του Shulman (1986) προς την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΤΠΓΠ).

Ο στόχος των μαθημάτων που παρέχει το «Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας» (ΔιΦΕΤ) στο Τμήμα Φυσικής στη Σχολή Θετικών Επιστημών του Α.Π.Θ., είναι να βοηθήσει τους φοιτητές με ήδη επαρκή γνώση των εννοιών της Φυσικής και αρκετή πειραματική εμπειρία από τα διάφορα εργαστηριακά μαθήματα του Τμήματος, να ασκηθούν πάνω σε σύγχρονα διδακτικά μοντέλα και στρατηγικές. Έτσι, η ανάπτυξη δραστηριοτήτων βασισμένων στη διερεύνηση, αποτέλεσε ένα κύριο σχεδιαστικό μέρος μαθήματος - παρέμβασης. Εκτιμούμε ότι η ικανότητα των φοιτητών να κατασκευάζουν δραστηριότητες με βάση τη διερεύνηση, δεν βασίζεται μόνο στην καλή γνώση του θέματος που πρέπει να διδάσκεται, αλλά και στην εμπειρία και τον προβληματισμό - αναστοχασμό που επιφέρουν οι πειραματικές διαδικασίες. Θεωρούμε δε, ότι τα προσομοιωμένα εργαστήρια (Web VL) που έχουμε σχεδιάσει, αναπτύξει και παρουσιάσει σε άλλες εργασίες, είναι και το πλέον κατάλληλο όχημα για αυτό (Molohidis et al., 2015, Μολοχίδης κ.α., 2016). Για το λόγο αυτό σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε μια μαθησιακή διδακτική ακολουθία, στο πλαίσιο της ΤΠΓΠ, με στόχο την μάθηση όχι ενός γνωστικού αντικείμενου αλλά μιας διδακτικής

στρατηγικής, της διερεύνησης, ακολουθώντας το μοντέλο του “συνεχούς της διερεύνησης” (inquiry continuum, Hegarty - Hazel, 1986), στοχεύοντας οι φοιτητές να κατανοήσουν τη διαδικασία και να υιοθετήσουν δεξιότητες σχεδιασμού δραστηριοτήτων, βασισμένων στη διερεύνηση.

## 2. Μεθοδολογία

### Ερευνητικό ερώτημα

Το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας είναι: «κατανοούν οι φοιτητές τα επίπεδα της διερεύνησης και ποιες ενέργειες από μαθητή και διδάσκοντα γίνονται σε κάθε επίπεδο;»

### Εργαλεία

Οι γνώσεις των φοιτητών σχετικά με τα επίπεδα του μοντέλου του “συνεχούς της διερεύνησης” αξιολογήθηκαν με εστιασμένο έργο (βλ. Παράρτημα) που δόθηκε μετά το τέλος του μαθήματος. Η πορεία των φοιτητών αξιολογήθηκε από τα Φύλλα Εργασίας (ΦΕ) που σχεδίασαν και ανέπτυξαν κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Τέλος, μετά το μάθημα καταγράφηκε με ερωτηματολόγιο η αυτό-αξιολόγησή τους σε 3 άξονες: (α) διάκριση των βημάτων μιας πειραματικής διδασκαλίας, (β) τρόποι εμπλοκής των μαθητών στην πειραματική διδασκαλία και (γ) σχεδιασμός ΦΕ.

### Δείγμα

Το δείγμα αποτελούν 12 φοιτητές και φοιτήτριες του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ (7 φοιτητές, 5 φοιτήτριες), στο 4<sup>ο</sup> έτος των σπουδών τους, που παρακολούθησαν το μάθημα «Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό», κατά το εαρινό εξάμηνο 2015-2016. Το μάθημα περιέχει παράλληλα θεωρητικό και εργαστηριακό μέρος.

**Πίνακας 1:** Εργαστηριακές δραστηριότητες στο «συνεχές της διερεύνησης» κατά Hegarty-Hazel

Επίπεδο	Πρόβλημα	Διαδικασία	Ανάλυση	Συμπεράσματα	Ονομασία Επιπέδου
0	Δίνεται	Δίνεται	Δίνεται	Δίνεται	Επιβεβαιωτικό
1	Δίνεται	Δίνεται	Δίνεται	Ανοιχτό	Καθοδηγούμενη διερεύνηση
2α	Δίνεται	Δίνεται	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Προσανατολισμένη διερεύνηση
2β	Δίνεται	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Προσανατολισμένη διερεύνηση
3	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Ανοιχτή διερεύνηση

### Σχεδίαση της παρέμβασης

Σύμφωνα με το μοντέλο Hegarty-Hazel (1986) υπάρχουν πέντε επίπεδα διερεύνησης (Πίνακας 1): η επιβεβαιωτική διερεύνηση, η δομημένη ή καθοδηγούμενη διερεύνηση, η προσανατολισμένη διερεύνηση (δύο επίπεδα) και η ανοιχτή διερεύνηση (Κουμαράς, 2015). Κάθε επίπεδο διαφοροποιείται από το προηγούμενο σε σχέση με το ποιος (ο καθηγητής ή ο μαθητής) θέτει το πρόβλημα, ποιος σχεδιάζει τη διαδικασία, ποιος επεξεργάζεται τα δεδομένα και ποιος διατυπώνει το συμπέρασμα (Bell et al., 2005).

Το εργαστηριακό μέρος του μαθήματος αποτελούνταν από 10 δίωρα εργαστήρια. Ο σχεδιασμός της παρέμβασης ακολούθησε την λογική: σχεδιασμός, ανάπτυξη, αναστοχασμός και συζήτηση πειραματικών δραστηριοτήτων, βασισμένων στο μοντέλο του «συνεχούς της διερεύνησης». Η δομή των 10 εργαστηρίων ήταν:

- Στα 2 πρώτα εργαστήρια (1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>) έγινε μια εισαγωγή στους φοιτητές σχετικά με τη σχεδίαση πειραματικών δραστηριοτήτων, των ΦΕ και εξοικείωση των φοιτητών με τα εικονικά web-εργαστήρια.

- Σε κάθε επόμενο «μονό» εργαστήριο (3<sup>ο</sup>, 5<sup>ο</sup>, κλπ) γινόταν διαπραγμάτευση ενός από τα επίπεδα της διερεύνησης. Οι φοιτητές εξοικειωνόταν εργαστηριακά με το επίπεδο διερεύνησης.

- Στη συνέχεια, οι φοιτητές, ως εργασία στο σπίτι, σχεδίαζαν τις δικές τους δραστηριότητες (κάθε φορά σε άλλο θέμα Φυσικής) στα πρότυπα του επιπέδου που είχαν διδαχτεί και συνέθεταν ένα ΦΕ που έστελναν με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο στον διδάσκοντα.

- Σε κάθε «ζυγό» εργαστήριο (4<sup>ο</sup>, 6<sup>ο</sup>, κλπ) αναλύονταν και σχολιάζονταν τα ΦΕ που είχαν ετοιμάσει οι φοιτητές.

Αναλύοντας τα επίπεδα της διερεύνησης προσδιορίστηκαν 9 βασικά στάδια (βλ. Παράρτημα) που είναι κοινά σε όλα τα επίπεδα. Τα στάδια αυτά ομαδοποιήθηκαν σε 4 διακριτές φάσεις (διατύπωση προβλήματος και υπόθεσης, πειραματική διαδικασία, ανάλυση δεδομένων, συμπεράσματα), κατά το πρότυπο της διερεύνησης, και αποτέλεσαν τη βάση για τα ΦΕ. Κάθε φάση δομείται υποβοηθούμενη από ερωτήματα όπως *Τι πρόκειται να ερευνήσω? Τι θα συμβεί, κατά τη γνώμη μου και γιατί; Τι σχεδιάζω να κάνω; Τι θα χρειαστώ; Ποια είναι τα αποτελέσματα; Είναι αυτά που περίμενα; Γιατί συνέβη αυτό; κλπ.* (Hackling, 1998; Σκουμιός, 2012). Στο αρχικό επίπεδο της διερεύνησης οι απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα δίνονται στο ΦΕ, όμως καθώς προχωράμε σε πιο ανοιχτού τύπου διερευνήσεις, οι απαντήσεις σταδιακά εκλείπουν, και αφήνεται χώρος στους (εν δυνάμει) μαθητές να τις συμπληρώσουν.

Έτσι ακολουθώντας το μοντέλο του «συνεχούς της διερεύνησης», οι φοιτητές σταδιακά μεταβαίνουν από το επίπεδο του σχεδιασμού ΦΕ επιβεβαιωτικής διερεύνησης προς το επίπεδο της ανοιχτής διερεύνησης. Στόχος της διαδακτικής παρέμβασης οι φοιτητές να κατανοήσουν τη διερεύνηση ως μια διδακτική στρατηγική και να υιοθετήσουν δεξιότητες σχεδιασμού δραστηριοτήτων βασισμένων στη διερεύνηση.

### 3. Αποτελέσματα

Μετά την ολοκλήρωση των μαθημάτων οι φοιτητές συμπλήρωσαν τον Πίνακα του παραρτήματος, όπου οι στήλες αναφέρονται στα 4 επίπεδα διερεύνησης και οι σειρές στα 9 βασικά στάδια μιας διερεύνησης, τόσο σε σχεδιαστικό επίπεδο (Σ) όσο και σε επίπεδο υλοποίησης (Υ), δηλ. ποιος σχεδιάζει και ποιος υλοποιεί το κάθε στάδιο. Έτσι έχουμε  $9 \times 4 \times 2 = 72$  κελιά που συμπληρώθηκαν σωστά από τους φοιτητές, σε ποσοστό >90%, στο ποιος ενεργεί, ο καθηγητής ή ο μαθητής. Από τη συμπλήρωση του Πίνακα αλλά και από τα ΦΕ που δημιούργησαν προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι φοιτητές κατανόησαν τα επίπεδα διερεύνησης και το ποιος είναι αυτός που ενεργεί σε κάθε περίπτωση.

Από το ερωτηματολόγιο αυτό-αξιολόγησης προκύπτει ότι οι φοιτητές θεωρούν τους εαυτούς τους ικανούς να διακρίνουν τα βήματα μιας πειραματικής διδασκαλίας, γνωρίζουν επαρκώς τρόπους εμπλοκής των μαθητών στην πειραματική διδασκαλία μέσω ΦΕ και μπορούν να σχεδιάσουν ΦΕ με στόχο την εμπλοκή των μαθητών σε πειραματική διδασκαλία.

### 4. Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συνάγεται ότι οι φοιτητές κατανόησαν τα επίπεδα της διερεύνησης και ποιες ενέργειες από μαθητή και διδάσκοντα γίνονται σε κάθε επίπεδο. Για να ενσωματώσουν δε δραστηριότητες, βασισμένες σε σχεδιαστικές αρχές του μοντέλου του «συνεχούς της διερεύνησης», σε ΦΕ, δεν απαιτείται μόνον να γνωρίζουν αυτή καθεαυτή τη συγκεκριμένη στρατηγική, αλλά είναι απαραίτητο να μάθουν και να αποκτήσουν εμπειρία αποτύπωσης αρχών, έστω διαφορετικών στρατηγιών, σε ΦΕ.

**Παράρτημα:** Έργο για την αξιολόγηση των φοιτητών («Σ» σχεδίαση – «Υ» υλοποίηση)

Φάσεις διερεύνησης	Στάδια διερεύνησης	ΕΠΙΒ.(0)		Κ.Δ.(1)		Π.Δ.(2α)		Π.Δ.(2β)	
		Σ	Υ	Σ	Υ	Σ	Υ	Σ	Υ
Πρόβλημα	ερώτημα έρευνας								
	υπόθεση / πρόβλεψη								
(Πειραματική) διαδικασία	σχεδίαση πειράματος								
	παράμετροι/συνθήκες								
	εκτέλεση πειράματος								
Ανάλυση (Διαχείριση μετρήσεων)	μετρήσεις								
	ανάλυση μετρήσεων								
Συμπεράσματα	διαπιστώσεις								
	ερμηνεία								

## 5. Βιβλιογραφία

Κουμαράς, Π., 2015. Η Φυσική δεν είναι μόνο εννοιολογικό περιεχόμενο, είναι επίσης μεθοδολογία λύσης (καθημερινών) προβλημάτων και στάση ζωής. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, τ. 6, 19-28.

Μολοχίδης Α., Λεύκος Ι., Ταραμόπουλος Α., Χατζηκρανιώτης Ε., Ψύλλος Δ., 2016. Web-Labs: Αξιολόγηση Αποδοχής. *10ο Pan-Hellenic and International Conference "ICT in Education"*, 23-25 September, Ioannina (υπό έκδοση).

Σκουμιός Μιχάλης, 2012. *Εφαρμοσμένη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Σημειώσεις)*. Εκδ. Πανεπιστημίου Αιγαίου, Ρόδος, 2012.

Beijaard Douwe & Verloop Nico, 1996. Assessing Teachers' Practical Knowledge, *Studies in Educational Evaluation*, 22 (3).

Bell, R., Smetana, L.& Binns I., 2005. Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher* 72, 30-33.

Hackling M. W., 1998. *Working Scientifically: Implementing and assessing open investigation work in Science*. Western Australia: Education Department of W.A., p. 2.

Hegarty - Hazel E., 1986. Lab work SET: research information for teachers, No.1. Canberra: The Australian Council for Educational Research.

Kariotoglou P., Pnevmatikos D. & Karnezou M., 2014. In-service teachers' professional development on science education: Designing principles of a research project. *Education Across Borders. 2<sup>nd</sup> International Conference Education across borders — Critical Thinking in Education*, Albania-Korçë. ISBN (print) 9789928146274.

Koehler M. J. & Mishra P., 2009. What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9, 60-70.

Mishra P. & Koehler M. J., 2006. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108, 1017-1054

Shulman L., 1986. Those who understand: Knowledge growth in teaching, *Educ. Researcher*, 15,4-14.

Veal R. W. & MaKinster G. J., 1999. Pedagogical Content Knowledge Taxonomies, *Electronic Journal of Science Education*, 3(4), στο <http://www.unr.edu/homepage/crowther/ejse/vealmak.html>

Molohidis A., Lefkos I., Taramopoulos A., Hatzikraniotis E., Psillos D., 2015. Web-Based Virtual Labs: a Cosmos – Evidence – Ideas as a Design Framework Leading to Good Practice. *Proceedings of the 7th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)*, p. 418, Lisbon, Portugal 23 -25 May, 2015. ISBN: 978-989-758-107-6